

日 本 国 特 許 庁 PCT/JP 2004/004651  
JAPAN PATENT OFFICE

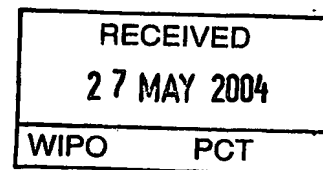
31. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 7 4 6 6  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 7 4 6 6]



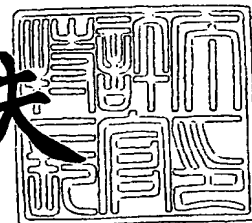
出 願 人 矢崎総業株式会社  
Applicant(s): 株式会社ユアサコーポレーション

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 5 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 3 9 7 6 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 P85554-68

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 31/36

【発明の名称】 満充電状態検出装置及びその方法、充電状態検出装置及びその方法、劣化度検出装置及びその方法

【請求項の数】 7

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県裾野市御宿 1 5 0 0 矢崎総業株式会社内

    【氏名】 荒井 洋一

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府高槻市古曽部町二丁目 3 番 2 1 号 株式会社 ユアサ コーポレーション内

    【氏名】 天野 兼一

【特許出願人】

    【識別番号】 000006895

    【氏名又は名称】 矢崎総業株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 000006688

    【氏名又は名称】 株式会社 ユアサ コーポレーション

【代理人】

    【識別番号】 100060690

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 瀧野 秀雄

    【電話番号】 03-5421-2331

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100097858

【弁理士】

【氏名又は名称】 越智 浩史

【電話番号】 03-5421-2331

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108017

【弁理士】

【氏名又は名称】 松村 貞男

【電話番号】 03-5421-2331

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100075421

【弁理士】

【氏名又は名称】 垣内 勇

【電話番号】 03-5421-2331

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012450

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0004350

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 満充電状態検出装置及びその方法、充電状態検出装置及びその方法、劣化度検出装置及びその方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリーの充電開始から充電終了までの任意の時点における、前記バッテリーに流れ込んでいる電気量のうち、起電力として前記バッテリーに蓄積される電気量の割合を表す充電効率を検出する充電効率検出手段を備え、

前記検出した充電効率が0であるとみなせるとき、前記バッテリーの満充電状態を検出する

ことを特徴とする満充電状態検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の満充電状態検出装置であって、

前記充電効率検出手段は、前記バッテリーの満充電状態における内部抵抗値に対する、前記バッテリーの充電開始時点における内部抵抗値と、前記バッテリーの充電開始後から充電終了までの任意の時点における内部抵抗値との差の割合に基づいて、前記バッテリーの充電効率を検出する

ことを特徴とする満充電状態検出装置。

【請求項3】 バッテリーに蓄積されている電気量を表す充電状態を求める充電状態検出装置であって、

請求項1又は2記載の満充電状態検出装置が満充電状態を検出した時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの任意の時点における前記バッテリーに蓄積された電気量の相対値を、前記充電状態として検出する充電状態検出手段を

備えることを特徴とする充電状態検出装置。

【請求項4】 バッテリーの劣化度を求める劣化度検出装置であって、

新品バッテリーの満充電時に蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの請求項1又は2記載の満充電状態検出装置が満充電状態を検出した時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量の相対値を、前記劣化度として検出する劣化度検出手段を

備えることを特徴とする劣化度検出装置。

【請求項5】 バッテリーの充電開始から充電終了までの任意の時点における、前記バッテリーに流れ込んでいる電気量のうち、起電力として前記バッテリーに蓄積される電気量の割合である充電効率が0であるとみなせるとき、前記バッテリーの満充電状態を検出する

ことを特徴とする満充電状態検出方法。

【請求項6】 バッテリーに蓄積されている電気量を表す充電状態を求める充電状態検出方法であって、

請求項5記載の満充電状態検出方法を用いて、満充電状態が検出された時点における前記バッテリーに蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの任意の時点における前記バッテリーに蓄積された電気量の相対値を充電状態として検出する

ことを特徴とする充電状態検出方法。

【請求項7】 バッテリーの劣化度を求める劣化度検出方法であって、

新品バッテリーの満充電時に蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの請求項5記載の満充電状態検出方法を用いて、満充電状態が検出された時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量の相対値を、前記劣化度として検出する

ことを特徴とする劣化度検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、満充電状態検出装置及びその方法、充電状態検出装置及びその方法、劣化度検出装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来技術】

バッテリーは、満充電状態にも係わらず充電し続けると、バッテリーに流れ込んでいる電気量が電解液中の水 $H_2O$ の分解に使われてしまい、これに伴って電解液が減り、バッテリーの劣化を進行させてしまう。そこで、従来では、例えば、定電

流又は定電圧で充電を行い、この結果、バッテリーに蓄積された電気量が予め定めた値以上となると、以降、微小電流で所定時間の充電を行う。そして、この所定時間の微小電流での充電が完了した時点、バッテリーが満充電状態となった時点として、充電を終了していた。

#### 【0003】

また、バッテリーの実電圧とバッテリーの指令電圧との差が所定値を下回る状態が一定時間  $T_{20}$  だけ継続し、かつ、充電電流  $I$  が所定のしきい値  $I_0$  を下回る状態が一定時間  $T_{10}$  だけ継続した場合に、バッテリーが満充電状態にあると判断するものも提案されている（例えば、特許文献1）。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開 2002-345162 公報

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、一般的に、バッテリーは充電と放電を繰り返すうちに次第に劣化して、満充電状態の容量が次第に低下していく特性がある。このため、バッテリーが劣化すると、微小電流での充電が所定時間に達していない時点や、充電電流  $I$  がしきい値  $I_0$  を下回る状態となる前にバッテリーが満充電状態になってしまい、正確にバッテリーの満充電状態を検出することができない。

#### 【0006】

さらに、バッテリーは、バッテリー温度が低下すると満充電状態の容量も低下するという特性がある。このため、雰囲気温度が低い場所でバッテリーを使用しても、微小電流での充電が所定時間に達していない時点でバッテリーが満充電状態になってしまい、正確にバッテリーの満充電状態を検出することができない。

#### 【0007】

そこで、本発明は、上記のような問題点に着目し、バッテリーの満充電状態の容量が変動したりしても、正確にバッテリーの満充電状態を検出することができる満充電状態検出装置及びその方法、当該満充電状態検出装置及びその方法を用いて充電状態を検出する充電状態検出装置及びその方法、当該満充電状態検出装置及

びその方法を用いて劣化度を検出する劣化度検出装置及びその方法を提供することを課題とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するためになされた請求項1記載の発明は、バッテリーの充電開始から充電終了までの任意の時点における、前記バッテリーに流れ込んでいる電気量のうち、起電力として前記バッテリーに蓄積される電気量の割合を表す充電効率を検出する充電効率検出手段を備え、前記検出した充電効率が0であるとみなせるとき、前記バッテリーの満充電状態を検出することを特徴とする満充電状態検出装置に存する。

#### 【0009】

請求項1記載の発明によれば、バッテリーが満充電状態にあるときは、バッテリーに流れ込んでいる電気量のすべてがバッテリーの起電力のために使われずに水の電気分解に使われてしまい、充電効率が0となることに着目し、充電効率検出手段が、バッテリーの充電開始から充電終了までの任意の時点における、バッテリーに流れ込んでいる電気量のうち、起電力として前記バッテリーに蓄積される電気量の割合である充電効率を検出する。そして、検出した充電効率が0であるとみなせるとき、バッテリーの満充電状態を検出する。従って、バッテリーの充電効率により満充電状態を検出することにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電状態の容量の変動の影響を受けずに満充電状態の検出を行うことができる。

#### 【0010】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の満充電状態検出装置であって、前記充電効率検出手段は、前記バッテリーの満充電状態における内部抵抗値に対する、前記バッテリーの充電開始時点における内部抵抗値と、前記バッテリーの充電開始後から充電終了までの任意の時点における内部抵抗値との差の割合に基づいて、前記バッテリーの充電効率を検出することを特徴とする満充電状態検出装置に存する。

#### 【0011】

請求項2記載の発明によれば、充電効率検出手段が、バッテリーの満充電状態に

における内部抵抗値に対する、バッテリーの充電開始時点における内部抵抗値と、バッテリーの充電開始後から充電終了までの任意の時点における内部抵抗値との差の割合に基づいて、前記バッテリーの充電効率を検出する。従って、充電中に計測可能な内部抵抗を用いて、任意の時点におけるバッテリーの充電効率を正確に検出することができる。

#### 【0012】

請求項3記載の発明は、バッテリーに蓄積されている電気量を表す充電状態を求める充電状態検出装置であって、請求項1又は2記載の満充電状態検出装置が満充電状態を検出した時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの任意の時点における前記バッテリーに蓄積された電気量の相対値を、前記充電状態として検出する充電状態検出手段を備えることを特徴とする充電状態検出装置に存する。

#### 【0013】

請求項3記載の発明によれば、充電状態検出手段が、請求項1記載の満充電状態検出装置が満充電状態を検出した時点において、バッテリーに蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態のバッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの任意の時点におけるバッテリーに蓄積された電気量の相対値を充電状態として検出する。従って、バッテリーの充電効率に基づき検出した満充電状態におけるバッテリーに蓄積されている電気量を100%として充電状態を検出することにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電状態の容量の変動を考慮した充電状態の検出を行うことができる。

#### 【0014】

請求項4記載の発明は、バッテリーの劣化度を求める劣化度検出装置であって、新品バッテリーの満充電時に蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの請求項1又は2記載の満充電状態検出装置が満充電状態を検出した時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量の相対値を、前記劣化度として検出する劣化度検出手段を備えることを特徴とする劣化度検出装置に存する。



## 【0015】

請求項4記載の発明によれば、バッテリーの劣化に起因して満充電状態の容量が変化することに着目し、劣化度検出手段が、新品バッテリーの満充電時に蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの請求項1又は2記載の満充電状態検出装置が満充電状態を検出した時点においてバッテリーに蓄積されている電気量の相対値を、劣化度として検出する。従って、バッテリーの充電効率に基づき検出した満充電時においてバッテリーに蓄積されている電気量に基づき劣化度を検出することにより、正確にバッテリーの劣化度を検出することができる。

## 【0016】

請求項5記載の発明は、バッテリーの充電開始から充電終了までの任意の時点における、前記バッテリーに流れ込んでいる電気量のうち、起電力として前記バッテリーに蓄積される電気量の割合である充電効率が0であるとみなせるとき、前記バッテリーの満充電状態を検出することを特徴とする満充電状態検出方法に存する。

## 【0017】

請求項5記載の発明によれば、バッテリーが満充電状態にあるときは、バッテリーに流れ込んでいる電気量のすべてがバッテリーの起電力のために使われずに水の電気分解に使われてしまい、充電効率が0となることに着目し、バッテリーの充電開始から充電終了までの任意の時点における、バッテリーに流れ込んでいる電気量のうち、起電力としてバッテリーに蓄積される電気量の割合である充電効率が0であるとみなせるとき、バッテリーの満充電状態を検出する。従って、バッテリーの充電効率により満充電状態を検出することにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電容量の変動の影響を受けずに満充電状態の検出を行うことができる。

## 【0018】

請求項6記載の発明は、バッテリーに蓄積されている電気量を表す充電状態を求める充電状態検出方法であって、請求項5記載の満充電状態検出方法を用いて、満充電状態が検出された時点における前記バッテリーに蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%とした

ときの任意の時点における前記バッテリーに蓄積された電気量の相対値を充電状態として検出することを特徴とする充電状態検出方法に存する。

#### 【0019】

請求項6記載の発明によれば、請求項5記載の満充電状態検出方法を用いて、満充電状態が検出された時点における前記バッテリーに蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの任意の時点における前記バッテリーに蓄積された電気量の相対値を充電状態として検出する。従って、バッテリーの充電効率に基づき検出した満充電状態におけるバッテリーに蓄積されている電気量を100%として充電状態を検出することにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電状態の容量の変動を考慮した充電状態の検出を行うことができる。

#### 【0020】

請求項7記載の発明は、バッテリーの劣化度を求める劣化度検出方法であって、新品バッテリーの満充電時に蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの請求項5記載の満充電状態検出方法を用いて、満充電状態が検出された時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量の相対値を、前記劣化度として検出することを特徴とする劣化度検出方法に存する。

#### 【0021】

請求項7記載の発明によれば、バッテリーの劣化に起因して満充電状態の容量が変化することに着目し、新品バッテリーの満充電時に蓄積されている電気量を100%とし、放電終止状態の前記バッテリーに蓄積されている電気量を0%としたときの請求項5記載の満充電状態検出方法を用いて、満充電状態が検出された時点において前記バッテリーに蓄積されている電気量の相対値を、劣化度として検出する。従って、バッテリーの充電効率に基づき検出した満充電時においてバッテリーに蓄積されている電気量に基づき劣化度を検出することにより、正確にバッテリーの劣化度を検出することができる。

#### 【0022】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の満充電状態検出方法を実施した満充電状態検出装置、充電状態検出方法を実施した充電状態検出装置、及び、劣化度検出方法を実施した劣化度検出装置を組み込んだバッテリー管理装置の一実施の形態を示すブロック図である。図1中引用符号1で示す本実施形態のバッテリー管理装置は、エンジン3に加えてモータジェネレータ5を有するハイブリッド車両に搭載されている。

#### 【0023】

そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン3の出力のみをドライブシャフト7からデフアレンシャルケース9を介して車輪11に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー13からの電力によりモータジェネレータ5をモータとして機能させて、エンジン3の出力に加えてモータジェネレータ5の出力をドライブシャフト7から車輪11に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

#### 【0024】

また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ5をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換して、各種の負荷に対して電力を供給するためにハイブリッド車両に搭載されたバッテリー13を充電させるように構成されている。

#### 【0025】

尚、モータジェネレータ5はさらに、不図示のスタータスイッチのオンに伴うエンジン3の始動時に、エンジン3のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられる。

#### 【0026】

本実施形態のバッテリー管理装置1は、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ5等に対するバッテリー13の放電電流や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ5からのバッテリー13に対する充電電流を検出する電流センサ15と、バッテリー13に並列接続した無限大抵抗を有し、バッテリー13の端子電圧を検出する電圧センサ17とを備えている。

#### 【0027】

尚、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 は、イグニッションスイッチのオン状態によって閉回路状態となる回路上に配置されている。

#### 【0028】

また、本実施形態のバッテリー管理装置 1 は、上述した電流センサ 15 や電圧センサ 17 の出力がインタフェース回路（以下、「I/F」と略記する。）21 における A/D 変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23 をさらに備えている。

#### 【0029】

そして、前記マイコン 23 は、CPU 23a、RAM 23b、及び、ROM 23c を有しており、このうち、CPU 23a には、RAM 23b 及び ROM 23c の他、前記 I/F 21 が接続されており、また、上述した不図示のイグニッションスイッチのオンオフ状態を示す信号が入力される。

#### 【0030】

前記 RAM 23b は、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 23c には、CPU 23a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されていると共に、ハイブリッド車両への搭載時点、つまり、新品時のバッテリー 13 の満充電時の純抵抗  $R_{0f}$  と分極抵抗成分  $R_{pol f}$ （＝活性化＋濃度）との合計、即ち、内部抵抗  $R_f$ （＝ $R_{0f} + R_{pol f}$ ）の値が、バッテリー 13 の固有の満充電抵抗値として予め格納されている。

#### 【0031】

そして、前記マイコン 23 は、不図示のイグニッションスイッチのオフ状態では、バッテリー 13 から供給される暗電流により必要最小限の処理のみを行うスリープモードとなり、イグニッションスイッチのオンによりウェイクアップして通常のアクティブモードとなる。

#### 【0032】

次に、上述したバッテリー 13 の充電効率の基本的な考え方と、充電中におけるバッテリー 13 の充電効率の求め方とについて、若干説明しておく。

#### 【0033】

まず、バッテリー 13 が設定充電電圧値  $V_T$  により定電圧充電される際に、それ以前の充放電が行われていない間にバッテリー 13 の電極の表面に絶縁性の不動態膜が形成されていると、充電開始直後の段階で、設定充電電圧値  $V_T$  の電圧がバッテリー 13 に印加されることで、不動態膜が徐々に破壊されてやがて解消される。

#### 【0034】

この場合には、バッテリー 13 の充電が開始されても、設定充電電圧値  $V_T$  に応じた値の充電電流  $I_{CHG}$  が即座に流れ始めるのではなく、図 2 のグラフに示すように、不動態膜の破壊の進行により電極の導電性が徐々に回復するのに伴って、バッテリー 13 の充電電流  $I_{CHG}$  が、設定充電電圧値  $V_T$  に応じた値へと徐々に増加することになる。

#### 【0035】

そして、バッテリー 13 の充電電流  $I_{CHG}$  が設定充電電圧値  $V_T$  に応じた値へと徐々に増加している段階では、充電効率の低下はないと見なすことができる。よって、充電電流  $I_{CHG}$  の値が設定充電電圧値  $V_T$  に応じた値に達するまでの期間は、充電時間の経過とは無関係に、充電効率 = 100% で充電されているものと見なされる。

#### 【0036】

一方、充電電流  $I_{CHG}$  の値が設定充電電圧値  $V_T$  に応じた値に達すると、その時点では、不動態膜が完全に破壊されて不動態膜を因子とする抵抗成分がなくなる。このことから、設定充電電圧値  $V_T$  による定電圧充電の状況下にあるバッテリー 13 の充電電流  $I_{CHG}$  の値を司るのは、バッテリー 13 の内部起電力  $E_0$  と、バッテリー 13 の内部抵抗  $R$  のみとなる。

#### 【0037】

不動態膜の破壊の進行によりバッテリー 13 の充電電流  $I_{CHG}$  の値が設定充電電圧値  $V_T$  に応じた最大値に達するまでの期間に、バッテリー 13 の内部起電力  $E_0$  は上昇するが、その上昇量  $\Delta E_0$  は内部起電力  $E_0$  に対して非常に小さい値である。従って、充電電流  $I_{CHG}$  の値が最大値に達した時点におけるバッテリー 13 の抵抗成分は、実質的に、上昇分  $\Delta E_0$  に相当する抵抗成分を含まないと考えられる。

## 【0038】

そこで、電極の表面に絶縁性の不動態膜が形成されていないバッテリー13に設定充電電圧値 $V_T$ による定電圧を印加し始めた時点か、或いは、電極の表面に形成されていた不動態膜が設定充電電圧値 $V_T$ による定電圧の印加により完全に破壊されて、バッテリー13の充電電流 $I_{CHG}$ の値が設定充電電圧値 $V_T$ に応じた最大値に達した時点、を、バッテリー13の充電開始時点であるものとする。

## 【0039】

そして、この充電開始時点のバッテリー13は、図3に示すように、バッテリー13の内部抵抗 $R_0$ と、起電力 $E_0$ とを直列に接続した等価回路に置き換えることができる。なお、充電開始時点の内部抵抗 $R_0$ は、次式で表すことができる。

$$R_0 = R_{p0} + R_{po10}$$

なお、 $R_{p0}$ は、充電開始時のバッテリー13の純抵抗を示し、 $R_{po10}$ は、充電開始時のバッテリー13の分極抵抗成分を示す。

## 【0040】

そして、設定充電電圧値 $V_T$ による充電中のバッテリー13においては、起電力が上昇する。

$$\therefore \text{起電力 } E_0 \rightarrow E_0 + \Delta E_0$$

一方、純抵抗や分極抵抗成分は、バッテリー13の起電力が上昇し、設定充電電圧値 $V_T$ とバッテリー13の起電力との電位差が小さくなるため、低下する。

$$\therefore \text{純抵抗 } R_{p0} \rightarrow R_{p'} \quad (R_{p'} < R_{p0})$$

$$\text{分極抵抗成分 } R_{po10} \rightarrow R_{po1'} \quad (R_{po1'} < R_{po10})$$

なお、 $R_{p'}$ は、充電中の任意のバッテリー13の純抵抗を示し、 $R_{po1'}$ は充電中の任意の分極抵抗成分を示す。

## 【0041】

ここで、バッテリー13の内部起電力 $E_0$ の上昇分 $\Delta E_0$ を、起電力上昇分の抵抗の変化分 $R_{E0}$ として捉え、充電中のバッテリー13の内部抵抗 $R'$ は、図4の等価回路に示すように、次式で表される。

$$R' = R_{E0} + R_{p'} + R_{po1'}$$

## 【0042】

ところで、バッテリー 13 の充電の際に、バッテリー 13 に流れ込んだ電気量と、起電力としてバッテリー 13 に蓄積された電気量とが等しい、即ち、充電効率が理想値である 100% ならば、

$$R_0 = R'$$

が成立すると考えられる。つまり、充電効率 100% のときは、常に内部抵抗  $R'$  が一定であると考えられる。これは、起電力上昇分に相当する抵抗が増加した分 ( $= R_{E0}$ )、純抵抗や分極抵抗成分が減少するからである。

#### 【0043】

これに対して、充電効率 100% 以下のとき、バッテリー 13 の内部抵抗  $R'$  は、図 5 の等価回路に示すように、水の電気分解により起電力上昇に寄与しなかった電気量に相当するロス抵抗  $R_{LOSS}$  分、上乘せされた値になると考えられる。従って、充電中の内部抵抗  $R'$  は次式で表される。

$$R' = R_{E0} + R_{p'} + R_{pol'} + R_{LOSS}$$

以上のことから、充電中の任意の内部抵抗  $R'$  から充電開始時の内部抵抗  $R_0$  を差し引けば、ロス抵抗  $R_{LOSS}$  を求めることができる。

$$\therefore R_{LOSS} = R' - R_0$$

#### 【0044】

つまり、図 6 に示すように、バッテリー 13 の内部抵抗は、満充電状態に近づくほど、増加し、充電開始時の内部抵抗  $R_0$  から、増加した分がロス抵抗  $R_{LOSS}$  に相当する。

#### 【0045】

ところで、実際にバッテリー 13 に流れ込んでいる電気量に相当する充電電流を  $I_{CHG}$  (実測)、 $I_{CHG}$  (実測) のうち、起電力としてバッテリー 13 に実際に蓄積される電気量に相当する実効電流を  $I_{CHG}$  (実効)、 $I_{CHG}$  (実効) と  $I_{CHG}$  (実測) との差分であり、起電力としてバッテリー 13 に蓄積されず、水  $H_2O$  の電気分解に消費されてしまう電気量に相当するロス電流を  $I_{LOSS}$  とし、これを式で表すと、

$$I_{CHG} \text{ (実測)} = I_{CHG} \text{ (実効)} + I_{LOSS}$$

#### 【0046】

そうすると、バッテリー 13 の充電効率は、次式

$$\text{充電効率} = [I_{\text{CHG}}(\text{実効}) / I_{\text{CHG}}(\text{実測})] \times 100\%$$

によって求めることができる。

#### 【0047】

上述した  $I_{\text{CHG}}(\text{実測})$  は、実際にバッテリー 13 に流れ込む充電電流の値であるから、 $I/F21$  を介して電流センサ 15 の出力を収集することで実測できる。ところが、 $I_{\text{CHG}}(\text{実効})$  や、 $I_{\text{LOSS}}$  は、 $I_{\text{CHG}}(\text{実測})$  のように実際に測定することができない。このため、上記した充電効率の式、

$$\text{充電効率} = [I_{\text{CHG}}(\text{実効}) / I_{\text{CHG}}(\text{実測})] \times 100\%$$

を、測定乃至算出可能な別のファクタに置き換える必要がある。

#### 【0048】

ところで、バッテリー 13 の満充電状態では、硫酸鉛  $PbSO_4$  が極めて少なくなるため、 $I_{\text{CHG}}(\text{実測})$  の殆どが水  $H_2O$  の電気分解などに消費されてしまい、起電力としてバッテリー 13 に電気量が蓄積されないことになる。

#### 【0049】

また、充電中のバッテリー 13 の内部抵抗  $R' = R_{E0} + R_{p'} + R_{p o l'} + R_{\text{LOSS}}$  のうち、ロス抵抗  $R_{\text{LOSS}}$  は、その時点における、バッテリー 13 に流れ込む電気量のうち、起電力としてバッテリー 13 に蓄積されない電気量の値に対応すると考えることができる。従って、充電中の任意の時点におけるロス抵抗  $R_{\text{LOSS}}$  の値を、充電効率 = 0、つまり満充電状態にあるバッテリー 13 におけるロス抵抗  $R_{\text{LOSS}f}$  で除せば、バッテリー 13 の充電効率の低下率を表す値を求めることができる。

#### 【0050】

充電中の任意の時点におけるロス抵抗  $R_{\text{LOSS}}$  は、上述したように次式により求めることができる。

$$R_{\text{LOSS}} = R' - R_0$$

一方、バッテリー 13 の固有の満充電状態における内部抵抗  $R_f$  と、満充電状態にあるときのロス抵抗  $R_{\text{LOSS}f}$  とは、図 6 に示すような関係がある。

$$\therefore R_f = R_{\text{LOSS}f} + R_0$$



## 【0051】

従って、満充電状態におけるロス抵抗  $R_{LOSSf}$  は、次式により求めることができる。

$$R_{LOSSf} = R_f - R_0$$

## 【0052】

以上から、充電中の任意の時点におけるロス抵抗  $R_{LOSS}$  を、充電効率 = 0、つまり、満充電状態におけるロス抵抗  $R_{LOSSf}$  で除した値は、次式で求めることができる。

$$(R' - R_0) / (R_f - R_0)$$

## 【0053】

従って、充電中の任意の時点におけるバッテリー 13 の充電効率の低下率を表す値を、

$$(R' - R_0) / (R_f - R_0)$$

なる式によって求めることができ、これから 1 を差し引いた、

$$\{1 - (R' - R_0) / (R_f - R_0)\} \times 100\%$$

なる式によって、充電中の任意時点におけるバッテリー 13 の充電効率を求めることができる。

## 【0054】

以上が、バッテリー 13 の充電効率の基本的な考え方と、充電中におけるバッテリー 13 の充電効率の求め方である。

## 【0055】

次に、上述したバッテリー 13 の充電効率を求めるために必要となる、充電動作中におけるバッテリー 13 の内部抵抗  $R'$  の求め方について、説明しておく。

## 【0056】

先に説明した不動態膜がバッテリー 13 の電極表面に形成されていないものとして、バッテリー 13 の状態を式で表すと、バッテリー 13 の端子電圧  $V$  であるところの設定充電電圧値  $V_T$  から、充電開始前におけるバッテリー 13 の内部起電力  $E_0$  を減じた値が、バッテリー 13 の内部抵抗  $R'$  に、充電電流  $I_{CHG}$  を乗じた値と等しくなるはずである。

$$V_T - E_0 = R' \times I_{CHG}$$

【0057】

従って、充電時のバッテリー13の内部抵抗 $R'$ は、次式、

$$R' = (V_T - E_0) / I_{CHG}$$

で求めることができる。

【0058】

なお、充電開始前におけるバッテリー13の内部起電力 $E_0$ は、その時点におけるバッテリー13の開回路電圧OCV（＝平衡状態のバッテリー13の開放端子電圧 $V$ ）の値に等しいことから、この開回路電圧OCVの値を求めればよいことになる。

【0059】

そこで、充電開始前におけるバッテリー13の開回路電圧OCVの具体的な求め方を簡単に説明する。バッテリー13が平衡状態であり、分極が解消した状態であれば、そのとき実測したバッテリー13の開放電圧をOCVとして求める。

【0060】

一方、バッテリーが平衡状態でなく、分極が解消した状態でなければ、例えば、以前行われた充放電後に、電圧センサ17を用いて収集した、端子電圧 $V$ に基づいて推測したOCVを、充電開始前のOCVとする。

【0061】

次に、前記ROM23cに格納された制御プログラムに従いCPU23aが行う処理を図7のフローチャートを参照して以下説明する。

バッテリー13からの給電を受けてマイコン23が起動しプログラムがスタートすると、CPU23aは、減速時や制動時などバッテリー13を充電することができるとき、後述する充電処理を開始する。

【0062】

充電処理において、CPU23aは、まず、上述したように実測や推測により現時点の開回路電圧OCV<sub>n</sub>を算出すると共に、算出した開回路電圧OCV<sub>n</sub>を、充電開始時点のバッテリー13の内部起電力 $E_0$ としてRAM23b内に格納した後（ステップS1）、モータジェネレータ5をジェネレータとして機能させて

バッテリー 13 の充電を開始する (ステップ S2)。

【0063】

次に、CPU 23a は、I/F 21 を介して電流センサ 15 の出力である充電電流  $I_{CHG}$  や、電圧センサ 17 の出力である充電電圧  $V$  の取得を行う (ステップ S3)。次に、取得した充電電流  $I_{CHG}$  が、前回取得した充電電流  $I_{CHG}$  に比べて増加しているか否かを判断する (ステップ S4)。

【0064】

増加している場合は (ステップ S4 で Y)、不動態膜を因子とする抵抗成分があると判断して、再びステップ S3 に戻る。一方、増加していない場合は (ステップ S4 で N)、CPU 23a は、不動態膜を因子とする抵抗成分がないと判断して、直前のステップ S3 で取得した充電電流  $I_{CHG}$  を、充電開始時点の充電電流  $I_{CHG0}$  とし、充電電圧  $V$  を設定充電電圧値  $V_T$  として、RAM 23b 内に格納する (ステップ S5)。

【0065】

次に、CPU 23a は、次式

$$R_0 = (V_T - E_0) / I_{CHG0}$$

を用いて、計算上の充電開始時点におけるバッテリー 13 の内部抵抗  $R_0$  を求める (ステップ S6)。

【0066】

次に、CPU 23a は、再び、I/F 21 を介して電流センサ 15 の出力である充電電流  $I_{CHG}$  を取り込み (ステップ S7)、取り込んだ充電電流  $I_{CHG}$  を現時点での充電電流  $I_{CHG}'$  として RAM 23b 内に格納する (ステップ S8)。その後、CPU 23a は、次式

$$R' = (V_T - E_0) / I_{CHG}'$$

を用いて、現時点におけるバッテリー 13 の内部抵抗  $R'$  を求める (ステップ S9)。

【0067】

次に、CPU 23a は、充電効率検出手段として働き、ステップ S9 で求めた内部抵抗  $R'$  の値と、ROM 23c に格納されている満充電抵抗値  $R_f$  と、RA

M23b内に格納されている内部抵抗 $R_0$ とを用いて、この時点における、バッテリー13の充電効率を次式、

$$\{1 - (R' - R_0) / (R_f - R_0)\} \times 100\%$$

により求める(ステップS10)。

#### 【0068】

次に、CPU23aは、求めた充電効率が0%とみなせるか否かを判断する(ステップS11)。充電効率が0%でなければ(ステップS11でN)、CPU23aは、再びステップS7に戻る。一方、充電効率が0%であれば(ステップS11でY)、CPU23aは、バッテリー13が満充電状態であると判断し、バッテリー13の充電を終了させる(ステップS12)。

#### 【0069】

バッテリーが満充電状態にあるときは、バッテリーに流れ込んでいる電気量のすべてが水の電気分解に使われてしまい、充電効率が0となることに着目し、充電効率が0%となった時点を実際の満充電状態であるとして検出する。このことにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電状態の容量の変動の影響を受けずに満充電状態の検出を行うことができる。

#### 【0070】

次に、CPU23aは、上述した推定によりこの時点での開回路電圧 $OCV_n$ を算出すると共に、算出した開回路電圧 $OCV_n$ を現在の満充電状態での開回路電圧 $OCV_f'$ としてRAM23b内に格納する(ステップS13)。さらに、CPU23aは、劣化度検出手段として働き、バッテリー13の劣化度を次式、

$$(OCV_f' - OCV_e) / (OCV_f - OCV_e)$$

により求めた後(ステップS14)、充電処理を終了する。

なお、 $OCV_e$ はバッテリーの放電終止状態での開回路電圧であり、 $OCV_f$ は、新品バッテリーの満充電状態での開回路電圧である。

#### 【0071】

バッテリー13に蓄積されている電気量は、バッテリー13の開回路電圧に比例するものである。従って、上記式により、新品バッテリーの満充電時に蓄積されてい

る電氣量を100%とし、放電終止状態のバッテリー13に蓄積されている電氣量を0%としたときの、充電効率に基づいて満充電状態を検出した時点におけるバッテリー13に蓄積された電氣量の相対値を劣化度として求めることができる。

#### 【0072】

また、CPU23aは、上述した充電処理の他、充電状態検出手段として働き、ステップS14で格納したOCVf'を用いて、バッテリー13に蓄積されている電氣量を表す充電状態の検出も行っている。

具体的には、CPU23aが、充電状態を検出する必要があると判断したとき、その時点の開回路電圧OCVnを上述したように実測または推測により求める。その後、CPU23aは、バッテリー13の充電状態を次式、

$$(OCVn - OCVe) / (OCVf' - OCVe)$$

により求める。

#### 【0073】

以上の式により、充電効率が0となり、満充電状態を検出した時点において、バッテリー13に蓄積されている電氣量を100%とし、放電終止状態のバッテリーに蓄積されている電氣量を0%としたときの任意時点におけるバッテリー13に蓄積された電氣量の相対値を充電状態として検出することができる。このため、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電容量の変動を考慮した充電状態の検出を行うことができる。

#### 【0074】

なお、上述した実施形態では、バッテリー13の満充電状態におけるロス抵抗値  $R_{LOSSf} = R_f - R_0$  とし、充電効率を次式により求めていた。

$$\{1 - (R' - R_0) / (R_f - R_0)\} \times 100\%$$

#### 【0075】

しかしながら、充電効率=0、つまり、満充電状態時のロス抵抗  $R_{LOSSf}$  の値に対して、これを除いた、バッテリー13の内部抵抗  $R_{E0} + R_{p'} + R_{pol'}$  が、無視できるほど圧倒的に小さいという、

$R_{LOSSf} \gg R_{E0} + R_{p'} + R_{pol'}$  の関係が成立する。

#### 【0076】

従って、バッテリー 13 の固有の満充電状態における内部抵抗  $R_f$  は、

$$R_f = R_{E0} + R_{p'} + R_{p o l'} + R_{LOSS f} \approx R_{LOSS f}$$

の関係が成立する。

#### 【0077】

よって、バッテリー 13 の満充電状態におけるロス抵抗値  $R_{LOSS f}$  を、 $R_{OM2}$  3 c 内に格納されたバッテリー 13 固有の満充電抵抗値  $R_f$  に置き換え、充電効率を次式により求めることも考えられる。

$$\{1 - (R' - R_0) / R_f\} \times 100\%$$

#### 【0078】

以上実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものでなく、例えば、充電効率を求める方法などは、本発明の要旨の範囲内で、種々の変形や応用が可能である。

#### 【0079】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項 1 及び 5 記載の発明によれば、バッテリーの充電効率により満充電状態を検出することにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電容量の変動の影響を受けずに満充電状態の検出を行うことができるので、正確に満充電状態を検出することができる。満充電状態検出装置及びその方法を得ることができる。

#### 【0080】

請求項 2 記載の発明によれば、充電中に計測可能な内部抵抗を用いて、任意時点におけるバッテリーの充電効率を正確に検出することができるので、より一層、正確に満充電状態を検出することができる満充電状態検出装置を得ることができる。

#### 【0081】

請求項 3 及び 6 記載の発明によれば、バッテリーの充電効率に基づき検出した満充電状態におけるバッテリーに蓄積されている電気量を 100% として充電状態を検出することにより、バッテリー温度やバッテリーの劣化、さらにバッテリーの個々の特性に起因する満充電状態の容量の変動を考慮した充電状態の検出を行うことが

できるので、正確に充電状態を検出することができる充電状態検出装置及びその方法を得ることができる。

### 【0082】

請求項4及び7記載の発明によれば、バッテリーの充電効率に基づき検出した満充電時においてバッテリーに蓄積されている電気量に基づき劣化度を検出することにより、正確にバッテリーの劣化度を検出することができる劣化度検出装置及びその方法を得ることができる。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明の満充電状態検出方法を実施した満充電状態検出装置、充電状態検出方法を実施した充電状態検出装置、及び、劣化度検出方法を実施した劣化度検出装置を組み込んだバッテリー管理装置の一実施の形態を示すブロック図である。

#### 【図2】

充電時間と充電電流との関係を示すグラフである。

#### 【図3】

充電開始時点におけるバッテリー13の等価回路である。

#### 【図4】

充電中（充電効率＝100％）におけるバッテリー13の等価回路である。

#### 【図5】

充電中（充電効率＝100％未満）におけるバッテリー13の等価回路である。

#### 【図6】

充電時間とバッテリー13の内部抵抗との関係を示すグラフである。

#### 【図7】

図1のバッテリー管理装置を構成するCPU23aの処理手順を示すフローチャートである。

### 【符号の説明】

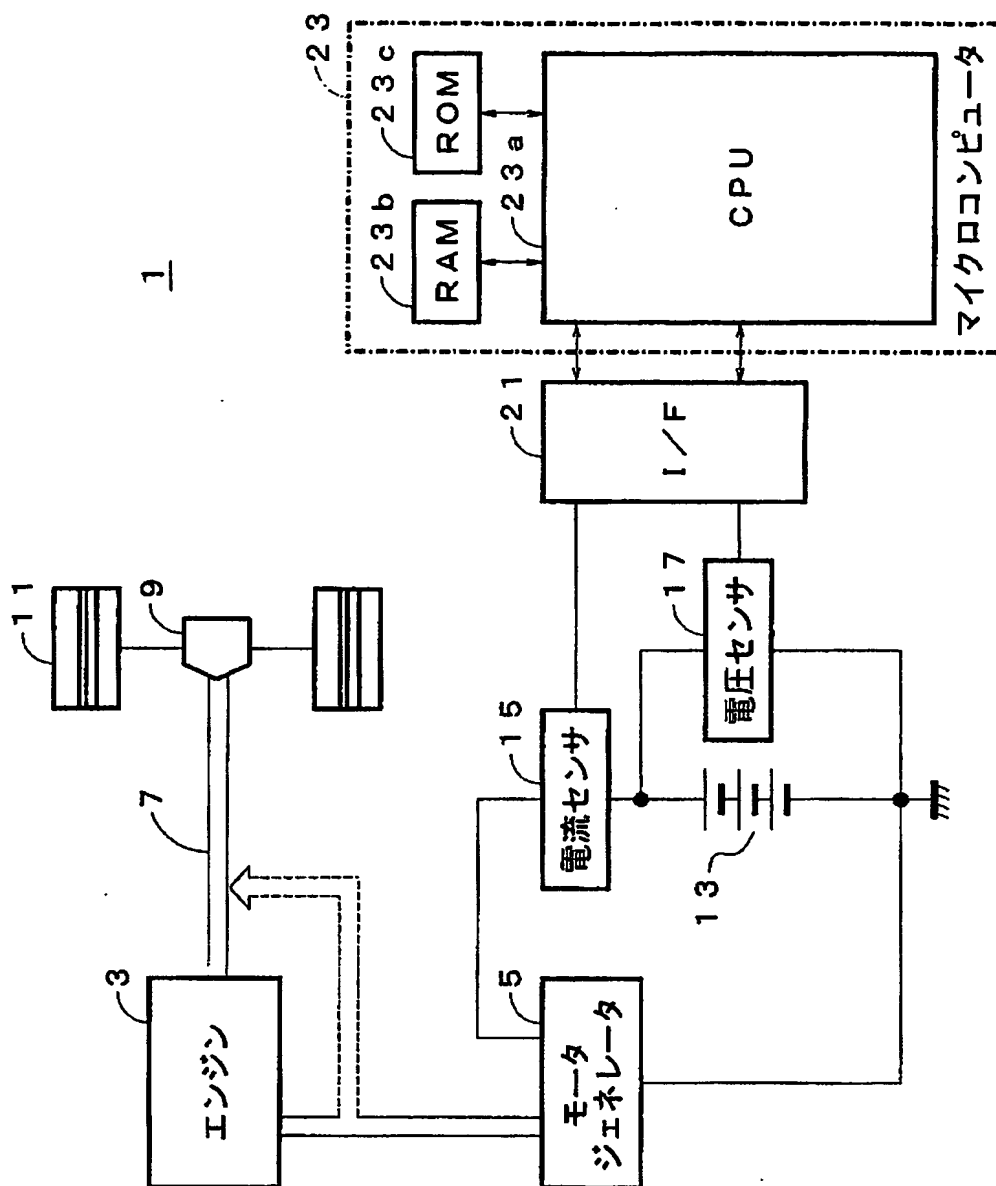
13      バッテリー

23a    CPU（充電効率検出手段、充電状態検出手段、劣化度検出手段）

【書類名】

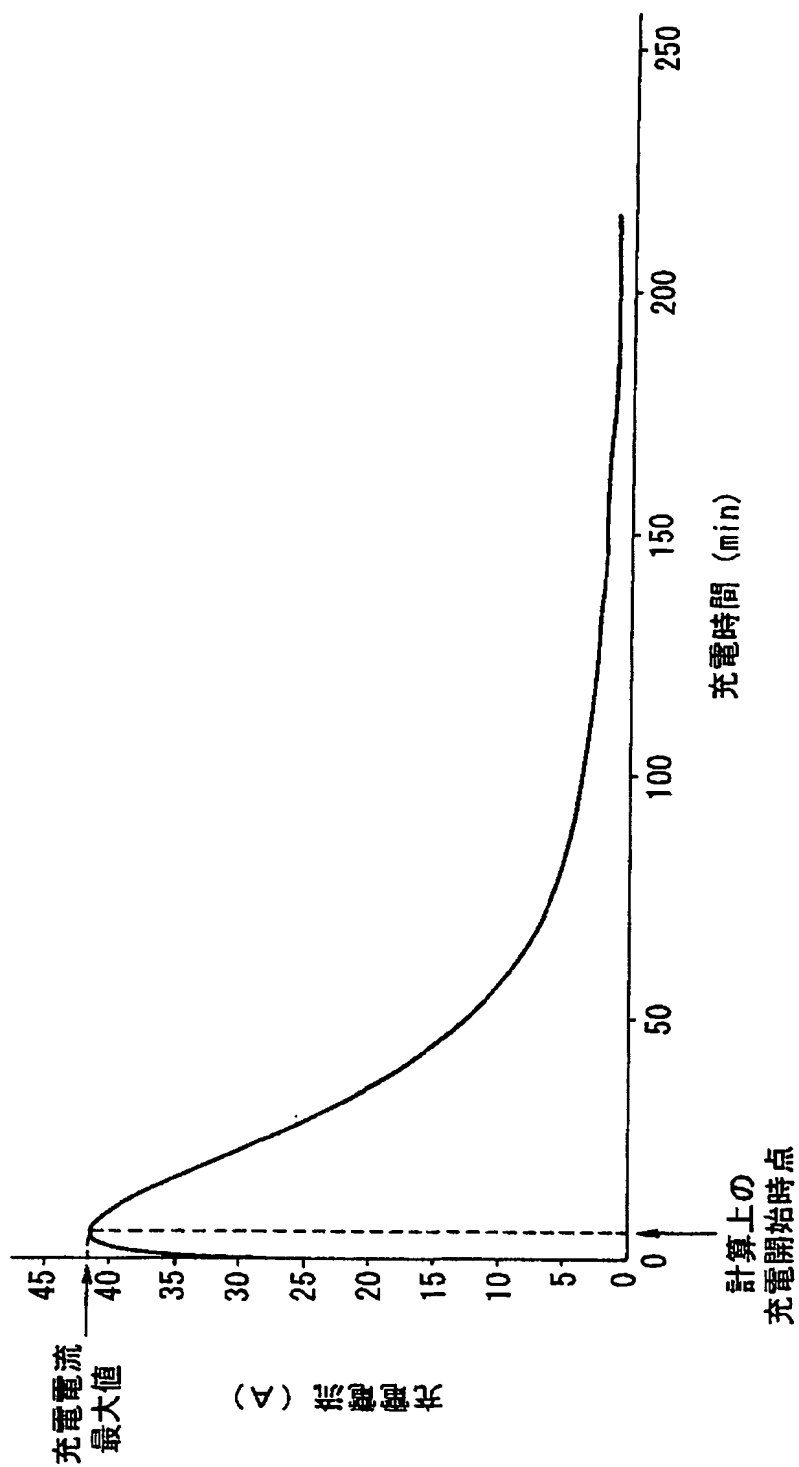
図面

【図 1】

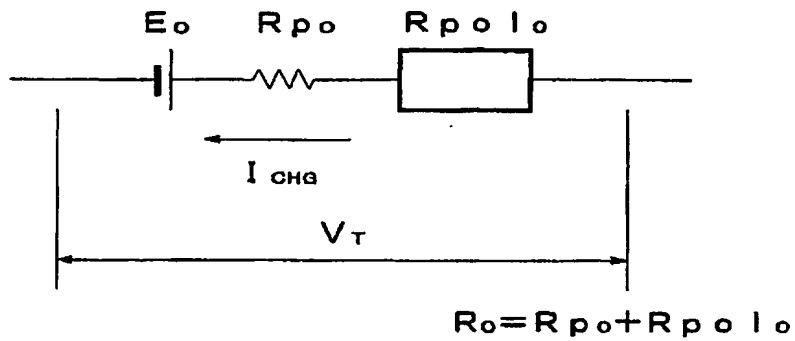




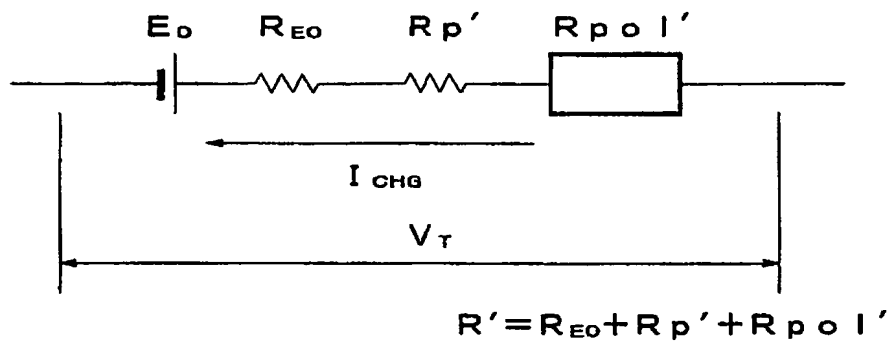
【図 2】



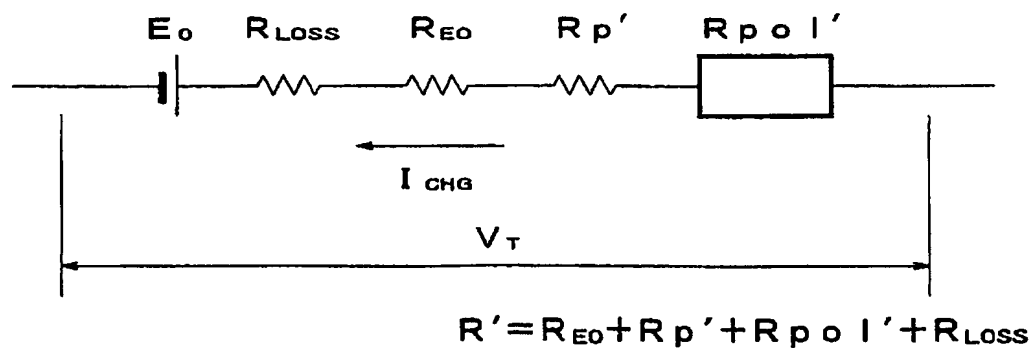
【図 3】



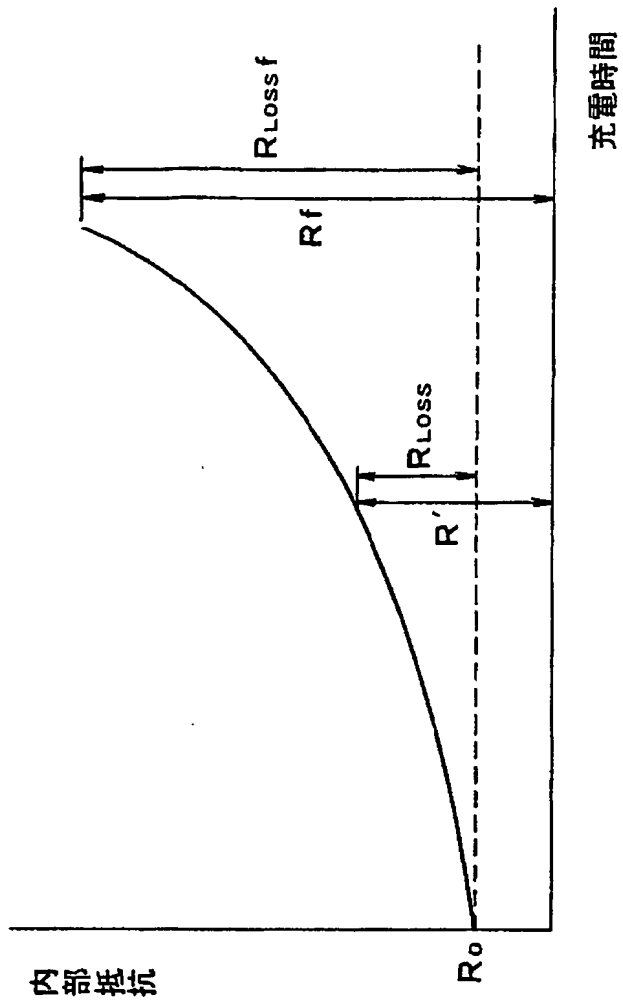
【図 4】



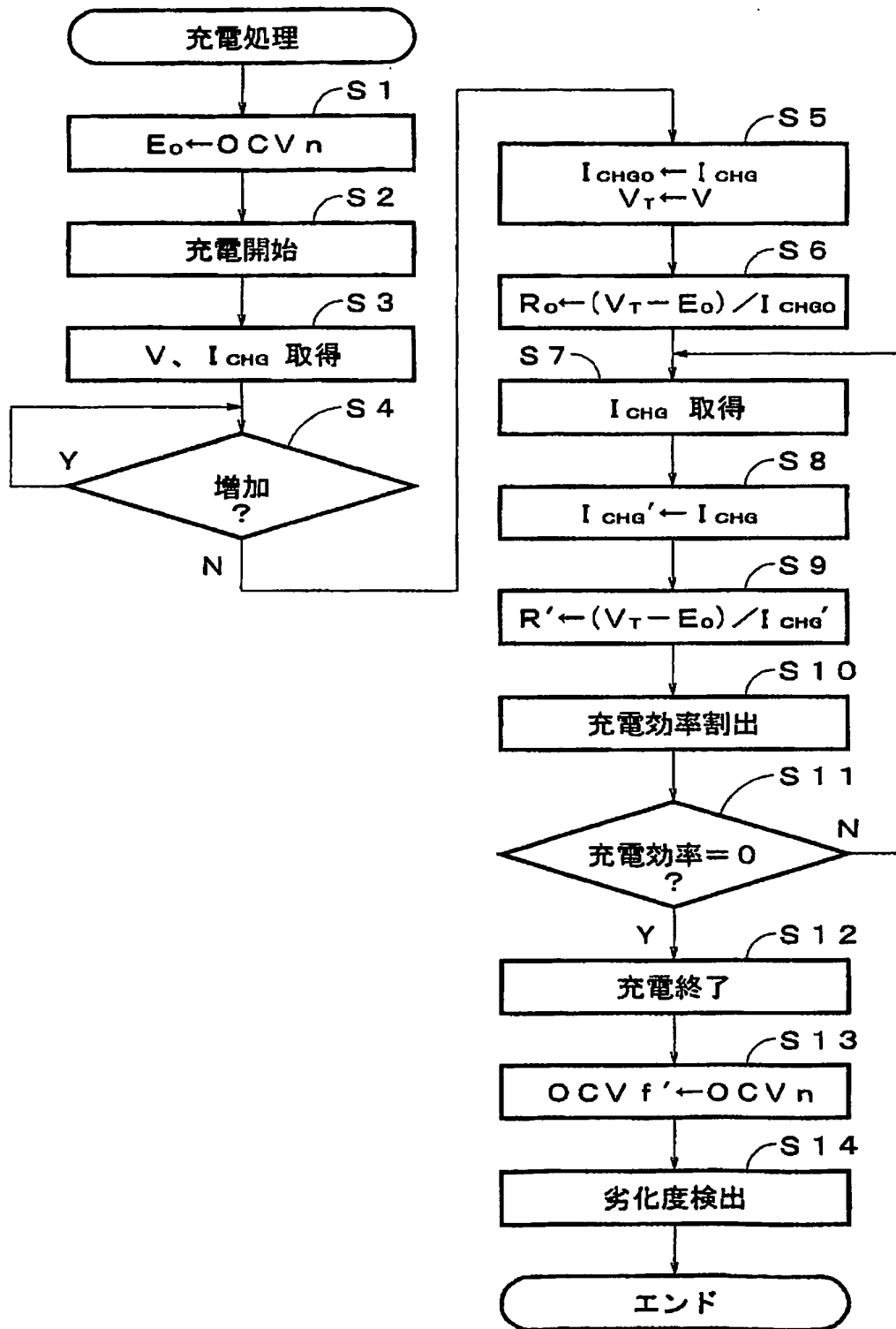
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バッテリーの満充電状態の容量が変動したりしても、正確にバッテリーの満充電状態を検出することができる満充電状態検出装置及びその方法を提供する。

【解決手段】 CPU 23a が、電流センサ 15 及び電圧センサ 17 を用いて求めた充電電流や充電電圧に基づいて、バッテリー 13 の充電開始から充電終了までの任意の時点における、バッテリー 13 に流れ込んでいる電気量のうち、起電力としてバッテリー 13 に蓄積される電気量の割合である充電効率を検出する。そして、検出した充電効率が 0 であるとみなせるとき、バッテリー 13 の満充電状態を検出する。

【選択図】 図 1

特願 2003-097466

出願人履歴情報

識別番号

[000006895]

1. 変更年月日

1990年 9月 6日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区三田1丁目4番28号

氏 名

矢崎総業株式会社

特願 2 0 0 3 - 0 9 7 4 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 6 8 8 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

大阪府高槻市古曽部町二丁目 3 番 2 1 号

氏 名

株式会社ユアサコーポレーション